

PENJADWALAN TENAGA KERJA TIGA SHIFT BERKENDALA LIBUR HARI MINGGU DAN SATU HARI SETELAH SHIFT TIGA

THREE SHIFT LABOR SCHEDULING CONSTRAINED BY HOLIDAY IN SUNDAY AND ONE DAY AFTER THREE SHIFT

Erika Firdauzy Aminia¹⁾, Arif Rahman²⁾, Ceria Farela Mada T³⁾

Teknik Industri Universitas Brawijaya

E-mail : erikaminia@yahoo.com, posku@ub.ac.id, ceria_fmt@ub.ac.id

Abstrak

Peningkatan permintaan menunjukkan pertumbuhan bisnis yang baik dari perusahaan, namun terkendala oleh kapasitas produksi yang dimiliki. Utilitas mesin di pabrik pupuk organik, PT X, belum maksimal dan baru dipergunakan kurang dari 70%. Peningkatan kapasitas produksi dengan menaikkan utilisasi mesin dan menambahkan tenaga kerja dari 2 shift menjadi 3 shift, memerlukan penjadwalan tenaga kerja yang efektif. Penelitian ini menggunakan algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne yang telah dimodifikasi. Modifikasi algoritma bertujuan untuk mengakomodasi waktu produksi 3 shift perhari dengan 6 hari perminggu, di mana tenaga kerja bekerja 5 hari perminggu dengan pergantian 3 shift serta libur 2 hari yaitu di hari Minggu sesuai kebijakan perusahaan dan 1 hari setelah shift 3. Modifikasi algoritma mengubah dan menambahkan dari tiga langkah menjadi lima langkah, mengubah format tabel tabular penjadwalan tenaga kerja untuk tiga shift, serta mengubah aturan pemilihan hari libur. Menggunakan algoritma yang telah dimodifikasi, penelitian ini menjadwalkan tenaga kerja sebanyak 85 orang yang meliputi 45 orang di mesin Crusher, 29 orang di mesin Pan Granulator dan 11 orang di mesin Cooler. Overstaffing yang terjadi pada mesin Crusher sebanyak 9 man-days (ekuivalen dengan 1,8 orang), Pan Granulator sebanyak 1 man-days (ekuivalen dengan 0,2 orang), Cooler sebanyak 1 man-days (ekuivalen dengan 0,2 orang). Penjadwalan tenaga kerja selama 3 shift dalam 6 hari kerja perminggu diharapkan dapat meningkatkan utilitas mesin hingga 85,71% dengan kapasitas produksi hingga 216 ton pupuk organik perminggu.

Kata kunci (keywords): Utilitas, Kapasitas, Penjadwalan tenaga kerja, Algoritma Tibrewala Philippe & Browne, Modifikasi algoritma.

1. Pendahuluan

Peningkatan permintaan menunjukkan pertumbuhan bisnis yang baik dari perusahaan, namun terkendala oleh kapasitas produksi yang dimiliki. Utilitas mesin di pabrik pupuk organik, PT X, belum maksimal dan baru dipergunakan kurang dari 70%. Operasional mesin dapat bekerja lebih efektif jika dilayani sejumlah tenaga kerja sesuai kebutuhannya. Peningkatan kapasitas produksi dengan menaikkan utilisasi mesin dan menambahkan tenaga kerja dari 2 shift menjadi 3 shift, memerlukan penjadwalan tenaga kerja yang efektif.

Algoritma Tibrewala, Philippe, dan Browne merupakan algoritma heuristik penjadwalan tenaga kerja 1 shift perhari dengan 2 hari libur berurutan dalam satu minggu. Karena terdapat beberapa perbedaan di sistem yang dihadapi, penelitian ini algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne yang telah dimodifikasi. Modifikasi algoritma bertujuan

untuk mengakomodasi waktu produksi 3 shift perhari dengan 6 hari perminggu, di mana tenaga kerja bekerja 5 hari perminggu dengan pergantian 3 shift serta libur 2 hari yaitu di hari Minggu sesuai kebijakan perusahaan dan 1 hari setelah shift 3 sesuai undang-undang (UU no 13 tahun 2003 pasal 77,78 dan 79). Berdasarkan kebutuhan produksi diestimasi kebutuhan mesin sesuai kapasitas yang direncanakan. Kemudian menentukan jumlah kebutuhan tenaga kerja yang dibutuhkan tiap mesin, kemudian menjadwalkan tenaga kerja per shift per hari serta menjadwalkan hari liburnya dengan menggunakan modifikasi algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne

Berikut merupakan review dari beberapa penelitian sebelumnya antara lain, Arif Rahman (2007) melakukan penelitian dengan obyek sistem pelayanan yang dimodelkan dengan teori antrian. Metode yang digunakan adalah Modified Tibrewala, Philippe dan Browne, modifikasi dilakukan dengan

membagi 1 hari kerja ke dalam 3 shift. Pada tahun 2009, Evy Herowati (2009) melakukan penelitian penjadwalan tenaga kerja dengan obyek kasir dengan menggunakan *Break window* dalam menentukan jadwal istirahat kasir, menjadwalkan hari kerja dengan menggunakan Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne serta menghitung jumlah optimal tenaga kerja dengan Integer Linear Programming. Anis Nurfadilah (2012) melakukan penelitian penjadwalan tenaga kerja dengan menggunakan Integer Goal Programming dengan objek perawat RSUD Kediri.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan proses mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini ada dua yaitu data primer dan data sekunder. Data yang berhasil dikumpulkan dan dijelaskan dalam sub bab berikut ini.

2.1.1 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang telah tersedia atau telah disajikan oleh pihak perusahaan. Data sekunder disajikan dalam bentuk tabel atau diagram. Data sekunder pada penelitian ini didapat dari PT X antara lain Data tinjauan umum PT X, Struktur organisasi PT X, Data jumlah permintaan aktual produk, Data kapasitas produksi, Data jumlah tenaga kerja, Data penjadwalan shift. Tabel 1 menampilkan jumlah mesin dan jumlah tenaga kerja.

Tabel 1 Jumlah Mesin dan Jumlah Tenaga Kerja

Nama Mesin	Total Mesin	Total Tenaga Kerja per Shift	Total Tenaga Kerja
Mesin Crusher	2	12	24
Mesin Pan Granulator	4	8	16
Mesin Cooler	1	3	6

Sumber : PT X

2.2.2 Pengumpulan Data Primer

Data primer pada penelitian ini Data primer yang dikumpulkan adalah data siklus produksi dan hasil pengamatan langsung (*time study*), berikut ini merupakan waktu proses pupuk organik 50 kg pada tiap mesin. Data waktu proses akan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Waktu Proses Produksi Pupuk Organik 50 Kg Tiap Mesin.

Nama Mesin	Waktu (menit)
Mesin Crusher	2,58
Mesin Pan Granulator	5,75
Mesin Cooler	1,42

Sumber : PT X

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne

Pada penelitian ini dilakukan modifikasi terhadap Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne. Modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne dikarenakan terdapat beberapa perbedaan pada sistem yang dihadapi. Perbedaan tersebut antara lain pada Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne hanya terdapat 1 shift dalam 1 hari, penentuan hari libur dilakukan dengan memilih kebutuhan tenaga kerja yang paling sedikit dengan ketentuan hari libur yang dipilih tersebut berturut-turut. Sedangkan pada PT X, dengan permintaan akan produk pupuk organik yang semakin meningkat, PT X melakukan *improvement* produksi dengan menjadwalkan tenaga kerjanya menjadi 3 shift kerja untuk memenuhi permintaan tersebut. Selain itu *management* memberikan kebijakan pada hari Minggu wajib diliburkan untuk *Plan Maintenance*. Dengan adanya perbedaan tersebut, maka dilakukan modifikasi terhadap Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne.

Dengan mempertimbangkan kesehatan dan keselamatan tenaga kerja, performansi kerja serta interaksi sosial yang dialami oleh pekerja, maka sebaiknya perlu diperhatikan pemilihan sistem shift. Sesuai dengan Teori Schwanzenau yang dikemukakan oleh Grandjean mengenai aspek-aspek yang mempengaruhi pembuatan jadwal shift kerja antara lain kerja malam 3 hari berturut-turut harus segera diikuti istirahat paling sedikit 24 jam, rotasi pendek lebih baik daripada rotasi panjang dan harus dihindarkan kerja malam secara terus menerus, serta rotasi yang baik adalah 2- 2- 2 (metropolitan pola) atau 2- 2- 3 (continental pola), maka digunakanlah hal ini sebagai dasar pertimbangan dalam modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne.

Modifikasi algoritma bertujuan untuk mengakomodasi waktu produksi 3 shift per hari dengan 6 hari per minggu, dimana tenaga kerja bekerja 5 hari per minggu dengan pergantian 3

shift serta libur 2 hari yaitu di hari Minggu sesuai kebijakan perusahaan dan 1 hari setelah shift 3. Tabel 3 menampilkan perbedaan Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne dengan sistem PT X.

Tabel 3 Perbedaan antara Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne dengan Sistem pada PT X

No	Aspek	Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne	Sistem
1	Banyak shift dalam 1 hari	1 shift	3 shift
2	Aturan hari libur	libur 2 hari berturut- turut (hari Minggu tidak selalu libur)	libur di hari Minggu dan 1 hari setelah shift 3
3	Pergantian shift	tidak ada pergantian shift karena hanya terdapat 1 shift dalam 1 hari	terdapat pergantian 3 shift dalam 5 hari kerja untuk tiap tenaga kerja

Penjadwalan tenaga kerja dengan menggunakan Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne terdiri dari 3 langkah yang diulangi secara iteratif hingga nilai kebutuhan tenaga kerja bernilai 0 atau negatif. Modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne mengubah dan menambahkan dari tiga langkah menjadi lima langkah, antara lain mengubah format tabel tabular penjadwalan tenaga kerja untuk tiga shift, serta mengubah aturan pemilihan hari libur.

Perubahan aturan pemilihan hari libur dilakukan karena adanya beberapa pertimbangan dan *constraint*. Berikut ini merupakan pemaparan pengubahan aturan hari libur pada modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne.

Preposisi 1 :

memilih hari libur dengan kebutuhan tenaga kerja yang paling sedikit

$$\min \{D_i\}, \forall_i$$

Dimana :

D_i = kebutuhan tenaga kerja pada hari tersebut

i = Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, Sabtu

Preposisi 2 :

setelah hari libur menjadwalkan pada shift 1 yang kebutuhan tenaga kerjanya paling banyak, pemilihan hari libur sebelum shift 1 adalah memilih hari dimana keesokan harinya kebutuhan tenaga kerja pada shift 1 paling banyak

$$\max \{D_{i+1}\}$$

Dimana :

D_{i+1} = kebutuhan tenaga kerja pada shift I setelah hari libur

Preposisi 3 :

sebelum hari libur menjadwalkan pada shift 3 yang kebutuhan tenaga kerjanya paling banyak, pemilihan hari libur setelah shift 3 adalah memilih hari dimana hari sebelumnya kebutuhan tenaga kerja pada shift 3 paling banyak.

$$\max \{D_{3-i}\}$$

Dimana :

D_{3-i} = kebutuhan tenaga kerja pada shift III sebelum hari libur

Lemma 1 :

Pemilihan hari libur yang baik adalah pada saat kebutuhan tenaga kerja pada hari tersebut paling sedikit dengan mempertimbangkan kebutuhan tenaga kerja pada shift 1 setelah hari libur yang paling banyak dimana pemilihan hari libur sebelum shift 1 adalah memilih hari libur dimana keesokan harinya kebutuhan tenaga kerja pada shift 1 paling banyak dan mempertimbangkan kebutuhan tenaga kerja pada shift 3 sebelum hari libur yang paling banyak dimana pemilihan hari libur setelah shift 3 adalah memilih hari libur dimana hari sebelumnya kebutuhan tenaga kerja pada shift 3 paling banyak.

Berdasarkan prinsip pemilihan tersebut, maka optimasi hari libur ditunjukkan pada persamaan (4-1)

$$\max L = (D_{3i-1} + D_{1i+1}) - D_i$$

Dimana :
L = Optimasi hari libur

$$L = \{ \min D_i ; \max D_{3i-1} \}$$

Tabel 4 Tabel Format Tabular Penjadwalan Tenaga Kerja

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari																			
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift																			
L																			

Dari penjelasan persamaan penentuan pemilihan hari libur serta pertimbangan i pertimbangan yang ada pada sistem maka modifikasi algoritmanya menjadi sebagai berikut :

1. Tentukan kebutuhan tenaga kerja per hari kerja dalam satu minggu. Bagi kebutuhan tenaga per hari kerja dalam kebutuhan tiap *shift* dalam format tabular seperti pada Tabel 4
2. Pilih hari libur berdasarkan nilai terbesar yang dihasilkan dari rumus kebutuhan tenaga kerja pada shift III sebelum hari libur ditambah kebutuhan tenaga kerja pada shift I setelah hari libur dikurangi kebutuhan tenaga kerja pada hari tersebut. Pilih dengan memberikan tanda nilai 0. Seperti dijelaskan pada rumus (4-2)

$$L = (D_{3i-1} + D_{1i+1}) - D_i$$

Dimana:

L = hari libur yang dipilih

D_i = kebutuhan tenaga kerja pada hari tersebut

D_{1i+1} = kebutuhan tenaga kerja pada shift I setelah hari libur

D_{3i-1} = kebutuhan tenaga kerja pada shift III sebelum hari libur

3. Satu hari setelah hari libur (bukan hari Minggu), jadwalkan pada shift I dengan memberikan tanda nilai -1. Satu hari sebelum hari libur, jadwalkan pada shift III dengan memberikan tanda nilai -1. Dan di tengah keduanya, jadwalkan pada shift II dengan memberikan tanda -1.
4. Pada hari-hari yang tersisa bandingkan kebutuhan tenaga kerja pershiftnya. Kebutuhan tenaga kerja per shift pada shift I dan II pada hari antara terjadwal shift I dan hari terjadwal shift II, serta kebutuhan tenaga kerja per shift II dan III pada hari terjadwal shift II dan hari terjadwal shift III. Kebutuhan tenaga kerja pershift yang lebih besar yang dijadwalkan dengan memberikan nilai -1.

5. Satu tenaga kerja telah terjadwalkan. Jumlahkan kebutuhan per shift dengan jadwalnya yang telah diberi tanda 0 dan -1, menjadi kebutuhan per shift yang baru. Kebutuhan per hari diperbarui dengan berdasarkan kebutuhan per shift baru yang positif. Jika semua kebutuhan per shift telah bernilai 0 atau negatif, berarti penjadwalan telah lengkap, namun jika belum, dilanjutkan mulai langkah 2.

3.2 Pengolahan Data

Setelah diperoleh data-data yang diperlukan, selanjutnya data-data tersebut digunakan untuk pengolahan data. Langkah-langkah pengolahan data tersebut antara lain:

3.2.1 Kebutuhan Mesin

Perhitungan jumlah mesin didapatkan dari rumus dari (pers.1). Dengan kapasitas seluruh mesin adalah 1,5 ton/ jam dan mesin bekerja selama 24 jam, maka dalam 1 hari (3 shift) dapat didapatkan produk sejumlah 36 ton. 36 ton pupuk organik dapat menghasilkan 720 unit pupuk organik kemasan 50 kg.

Misalkan perhitungan pada mesin Crusher:

Diketahui :

$$P = 720 \text{ unit}$$

$$T = 2,58 \text{ menit}$$

$$D = 24 \text{ jam}$$

$$E = 0,8$$

$$= \frac{2,58}{60} \frac{720}{24 \times 0,8} = 1,61 = 2$$

Tabel 5 menunjukkan jumlah kebutuhan mesin pada proses produksi PT X.

Tabel 5 Perhitungan Jumlah Kebutuhan Mesin PT X

Nama Mesin	N	Jumlah Mesin yang Dibutuhkan
Mesin Crusher	1,61	2
Mesin Pan Granulator	3,59	4
Mesin Cooler	0,89	1

3.2.2 Penjadwalan Tenaga Kerja Tiap Mesin

Penjadwalan yang dilakukan pada penelitian ini adalah penjadwalan terhadap operator pada masing- masing mesin.

1. Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Crusher

Langkah- langkah penjadwalan tenaga kerja mesin Crusher dengan menggunakan Modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne adalah :

a. Menentukan kebutuhan tenaga kerja per hari kerja dalam satu minggu. Bagi kebutuhan tenaga per hari kerja dalam kebutuhan tiap *shift* dalam format tabular seperti pada Tabel 6

b. Langkah kedua adalah menentukan hari libur, langkah- langkah tersebut antara lain:

1) Memilih hari libur berdasarkan nilai terbesar yang dihasilkan dari rumus kebutuhan tenaga kerja pada shift III sebelum hari libur ditambah kebutuhan tenaga kerja pada shift I setelah hari libur dikurangi kebutuhan tenaga kerja pada hari tersebut. Pilih dengan memberikan tanda nilai 0. Seperti dijelaskan pada rumus (4-2). Misalnya menentukan nilai hari libur di hari Rabu Jumlah kebutuhan tenaga kerja pada hari tersebut adalah 36, kebutuhan tenaga kerja pada hari sebelumnya (Jumat) shift III adalah 12, dan kebutuhan tenaga kerja pada hari setelahnya (Senin) pada shift I adalah 12. Sehingga:

$$2) L = (D_{3i-1} + D_{1i+1}) - D_i$$

$$3) L = (12 + 12) - 36$$

$$4) L = -12$$

5) Melakukan langkah perhitungan yang sama pada perhitungan L pada hari-hari yang lain, langkah ini ditampilkan pada Tabel 7 dan Tabel 8.

6) Setelah melakukan perhitungan L, langkah selanjutnya adalah memilih nilai L yang paling besar. Hal ini sesuai dengan faktor- faktor yang telah dijelaskan sebelumnya. Karena pada iterasi 1 ini nilai L sama yaitu -12, maka dipilih nilai L yang paling beralasan. Pada penelitian ini dipilih hari Sabtu dengan alasan agar berurutan dengan hari Minggu. Memilih hari libur dengan memberikan tanda nilai 0. Hari libur yang dipilih ditandai dengan judul

kolom yang diarsir seperti pada Tabel 9.

c. Satu hari setelah hari libur (bukan hari Minggu) dalam iterasi 1 ini adalah hari Senin, jadwalkan pada shift I dengan memberikan tanda nilai -1. Satu hari sebelum hari libur dalam iterasi ini adalah hari Jumat , jadwalkan pada shift III dengan memberikan tanda nilai -1. Dan di tengah keduanya yaitu hari Rabu, jadwalkan pada shift II dengan memberikan tanda -1. Lebih jelasnya pada Tabel 10.

d. Pada hari-hari yang tersisa membandingkan kebutuhan tenaga kerja pershiftnya. Pada Tabel 11, dibandingkan kebutuhan tenaga kerja per shift pada shift I dan II pada hari antara terjadwal shift I dan hari terjadwal shift II yaitu hari Selasa, serta kebutuhan tenaga kerja per shift II dan III pada hari terjadwal shift II dan hari terjadwal shift III yaitu hari Kamis. Kebutuhan tenaga kerja pershift yang lebih besar yang dijadwalkan dengan memberikan nilai -1. Karena nilai dari kebutuhan nilai tenaga kerja yang dibutuhkan adalah sama, maka dapat dipilih penugasan pada shift I atau shift II pada hari antara terjadwal shift I dan hari terjadwal shift II yaitu hari Selasa, pada iterasi ini dipilih pada shift II. Kemudian pada hari terjadwal shift II dan hari terjadwal shift III yaitu hari Kamis ditugaskan pada shift III, sehingga bentuk penjadwalan pada iterasi 1 ini adalah shift I pada hari Senin, shift II pada hari Selasa dan Rabu, shift III pada hari Kamis dan Jumat,serta libur di hari Sabtu dan Minggu.

e. Setelah melakukan penugasan dengan mengurangkan dengan -1, langkah selanjutnya adalah menjumlah kebutuhan baru yang digunakan sebagai kebutuhan per shift pada iterasi selanjutnya. (Tabel 12)

Iterasi 1 telah selesai dilakukan, satu tenaga telah terjadwalkan, langkah- langkah di atas dilakukan secara iteratif hingga semua kebutuhan per shift telah bernilai 0 atau negatif. Jika semua kebutuhan per shift telah bernilai 0 atau

negatif, berarti penjadwalan telah lengkap,
namun jika belum, dilanjutkan mulai
langkah 2.

Tabel 6 Format Tabular Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Crusher

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	36			36			36			36			36			36			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

Tabel 7 Penentuan L pada Iterasi 1 di Hari Rabu

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	36			36			36			36			36			36			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Jadwal																			
Kebutuhan Baru																			
L									-12										

D_{3i-1} D_i D_{i+1}

Tabel 8 Penentuan L pada Iterasi 1 pada Semua Hari

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	36			36			36			36			36			36			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Jadwal																			
Kebutuhan Baru																			
L	-12			-12			-12			-12			-12			-12			

Tabel 9 Penentuan Hari Libur

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	36			36			36			36			36			36			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Jadwal																0	0	0	
Kebutuhan Baru																			
L	-12			-12			-12			-12			-12			-12			

Tabel 10 Penugasan pada Shift III Sebelum Hari Libur, Shift I Setelah Hari Libur dan Shift II diantara Keduanya.

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	36			36			36			36			36			36			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Jadwal	-1						-1						-1			0	0	0	
Kebutuhan Baru																			
L	-12			-12			-12			-12			-12			-12			

Tabel 11 Penugasan pada Hari di Antara Shift I dan Shift II serta di Antara Shift II dan Shift III

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	36			36			36			36			36			36			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Jadwal	-1			-1			-1					-1				0	0	0	
Kebutuhan Baru																			
L	-12			-12			-12			-12			-12			-12			

Tabel 12 Perhitungan Kebutuhan Baru

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	36			36			36			36			36			36			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Jadwal	-1				-1			-1				-1			-1	0	0	0	
Kebutuhan Baru	11	12	12	12	11	12	12	11	12	12	11	12	12	11	12	12	12	12	
L	-12			-12			-12			-12			-12			-12			

Penjadwalan pada mesin Crusher membutuhkan iterasi sebanyak 45 iterasi. Jumlah iterasi yang dilakukan menunjukkan jumlah tenaga kerja yang diperlukan dalam proses produksi pada mesin Crusher. Pada iterasi ke-45, jumlah kebutuhan tenaga kerja telah bernilai ≤ 0 yang menunjukkan bahwa kebutuhan tenaga kerja tiap shift tiap hari telah terpenuhi, sehingga tidak diperlukan pengulangan iterasi.

Dengan menggunakan algoritma Tibrewalla, Phillipe dan Browne yang telah dimodifikasi, permasalahan yang ada dapat dijadwalkan secara iteratif hingga iterasi ke-45. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan adalah sebanyak 45 orang, dengan perincian 8 orang libur di hari Sabtu-Minggu, 7 orang libur Senin dan Minggu, 8 orang Selasa dan Minggu, 8 orang libur di hari Rabu dan Minggu, 7 orang libur di hari Kamis dan Minggu, 7 orang libur hari Jumat dan Minggu.

Berdasarkan total kebutuhan tenaga kerja 6 hari kerja seluruh shift mulai hari Senin hingga Sabtu sebesar 216 *man-days*. Penjadwalan tenaga kerja dengan 3 shift dengan 1 hari libur setelah shift tiga dan hari Minggu libur membutuhkan 225 *man-days* sehingga membutuhkan 9 *man-days* (ekuivalen dengan 1,8 orang) tenaga kerja lebih banyak. *Overstaffing* ini bermanfaat untuk mengisi kekosongan personil tenaga kerja ketika ada tenaga kerja yang tidak dapat masuk kerja karena sakit, ijin maupun cuti.

2. Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Pan Granulator

Pada penjadwalan pada mesin Pan Granulator, dilakukan langkah yang sama dengan mesin Crusher. Dengan menggunakan algoritma Tibrewalla, Phillipe dan Browne yang telah dimodifikasi, permasalahan yang ada dapat dijadwalkan secara iteratif hingga iterasi ke-29. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan adalah sebanyak 29 orang, dengan perincian 5 orang libur di hari Sabtu-Minggu, 5 orang libur Senin dan Minggu, 5 orang Selasa dan Minggu,

4 orang libur di hari Rabu dan Minggu, 5 orang libur di hari Kamis dan Minggu, 5 orang libur hari Jumat dan Minggu.

Berdasarkan total kebutuhan tenaga kerja 6 hari kerja seluruh shift mulai hari Senin hingga Sabtu sebesar 144 *man-days*. Penjadwalan tenaga kerja dengan 3 shift dengan 1 hari libur setelah shift tiga dan hari Minggu libur membutuhkan 145 *man-days* sehingga membutuhkan 1 *man-days* (ekuivalen dengan 0,2 orang) tenaga kerja lebih banyak. *Overstaffing* ini bermanfaat untuk mengisi kekosongan personil tenaga kerja ketika ada tenaga kerja yang tidak dapat masuk kerja karena sakit, ijin maupun cuti.

3. Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Cooler

Pada penjadwalan pada mesin Cooler, dilakukan langkah yang sama dengan mesin Cooler.

Dengan menggunakan algoritma Tibrewalla, Phillipe dan Browne yang telah dimodifikasi, permasalahan yang ada dapat dijadwalkan secara iteratif hingga iterasi ke-11. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan adalah sebanyak 11 orang, dengan perincian 2 orang libur di hari Sabtu-Minggu, 2 orang libur Senin dan Minggu, 2 orang Selasa dan Minggu, 2 orang libur di hari Rabu dan Minggu, 1 orang libur di hari Kamis dan Minggu, 2 orang libur hari Jumat dan Minggu.

Berdasarkan total kebutuhan tenaga kerja 6 hari kerja seluruh shift mulai hari Senin hingga Sabtu sebesar 54 orang. Penjadwalan tenaga kerja dengan 3 shift dengan 1 hari libur setelah shift tiga dan hari Minggu libur membutuhkan 55 *man-days* sehingga dibutuhkan 1 *man-days* (ekuivalen dengan 0,2 orang) tenaga kerja lebih banyak.

3.3 Analisis Perbandingan Penjadwalan Terdahulu dengan Hasil Penjadwalan Modifikasi Algoritma Tibrewalla, Philippe dan Browne

Penjadwalan yang sekarang sedang berlangsung di proses produksi PT X dilakukan

dengan 2 shift dengan 2 minggu sekali rotasi dari shift I ke shift II. Tenaga kerja bekerja selama 6 hari kerja dengan jam kerja lebih dari 40 jam/ minggu. Sedangkan penjadwalan hasil modifikasi algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne dilakukan dengan 3 shift, yaitu shift I,II dan III. Dengan adanya penambahan menjadi 3 shift, perlu diperhatikan istirahat dari shift III ke shift I sehingga diperlukan adanya hari libur. Tenaga kerja bekerja selama 5 hari kerja dengan jam kerja 40 jam/minggu. Hal ini sesuai dengan aturan Pemerintah pasal 77 ayat 2. Penjadwalan baru ini, memperhatikan aturan bagi pekerja shift malam dan kebijakan dari pemerintah dan dari perusahaan yang mengharuskan libur di hari Minggu.

Jumlah tenaga kerja semula adalah 46 orang dalam 2 shift. Dengan penjadwalan tenaga kerja yang baru, dibutuhkan sejumlah 85 orang dalam 3 shift dengan perincian 45 orang di mesin Crusher, 29 orang di mesin Fan dan 11 orang di mesin Cooler. Jumlah *overstaffing* pada mesin Crusher sejumlah 9 *man-days*, di mesin Pan Granulator sejumlah 1 *man-days* dan di mesin Cooler sejumlah 1 *man-days*. Sehingga dibutuhkan *recruitment* sejumlah 39 orang.

Dengan penjadwalan yang telah dimodifikasi ini, kesehatan dan keselamatan tenaga kerja terjaga, sehingga tenaga kerja dapat memberikan *performance* yang optimal dalam bekerja untuk meningkatkan produktifitas perusahaan.

4. Kesimpulan dan Saran

Pada bab penutup ini akan dijelaskan kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan. Kesimpulan ditujukan untuk menjawab rumusan masalah, serta saran merupakan masukan-masukan yang mengacu pada hasil analisis dan pembahasan.

Berdasarkan hasil analisis yang telah dikemukakan sebelumnya, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Modifikasi algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne telah dilakukan dengan menyesuaikan kondisi yang ada pada sistem PT X. Modifikasi yang dilakukan mengubah dan menambahkan dari tiga langkah menjadi lima langkah, mengubah format tabel tabular penjadwalan tenaga kerja untuk tiga shift, menambahkan adanya pergantian shift dalam satu minggu, serta mengubah aturan pemilihan hari libur.

2. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan oleh PT X dalam melakukan produksinya adalah sejumlah 85 orang dengan perincian 45 orang di mesin Crusher, 29 orang di mesin Fan dan 11 orang di mesin Cooler. Jumlah *overstaffing* pada mesin Crusher sejumlah 9 *man-days* (ekuivalen dengan 1,8 orang), di mesin Pan Granulator sejumlah 1 *man-days* (ekuivalen dengan 0,2 orang) dan di mesin Cooler sejumlah 1 *man-days* (ekuivalen dengan 0,2 orang). Adanya *overstaffing* bermanfaat untuk mengisi kekosongan personil tenaga kerja ketika ada tenaga kerja yang tidak dapat masuk kerja karena sakit, izin maupun cuti. Jumlah tenaga kerja semula adalah 46 orang dalam 2 shift. Sehingga dibutuhkan *recruitment* sejumlah 39 orang.
3. Usulan perbaikan penjadwalan tenaga kerja dengan menggunakan modifikasi algoritma Tibrewalla, Philippe dan Browne dilakukan dengan 3 shift, yaitu shift I,II dan III. Tenaga kerja bekerja selama 5 hari kerja dengan jam kerja 40 jam/minggu. Hal ini sesuai dengan aturan Pemerintah pasal 77 ayat 2 dimana memperhatikan aturan bagi pekerja shift malam dan kebijakan dari perusahaan yang mengharuskan libur di hari Minggu. Dengan penjadwalan yang telah dimodifikasi ini, kesehatan dan keselamatan tenaga kerja terjaga, sehingga tenaga kerja dapat memberikan *performance* yang optimal dalam bekerja untuk meningkatkan produktifitas perusahaan.

Daftar Pustaka

- Bedworth, D.D and Beily, E.J, (1987), *Integrated Production and Control System management analysis design 2/E*. John Wilet and Sons.Inc.
- Grandjean, E, (1986), *Fitting the Task to the Man*. London: Taylor & Francis.
- Herjanto, Eddy, (2008), *Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta: Grasindo.
- Herowati, Evy, (2009), *Efisiensi Tour Scheduling dengan Karyawan Part Time*, Seminar Nasional Industrial Services 2009, ISBN 978-979-19280-0-7

- Husen, Abrar, (2009), *Manajemen Proyek, Perencanaan, Penjadwalan dan Pengendalian Proyek*, Yogyakarta : Andi.
- Luce, B. J, (1983), "A Shift Scheduling Algorithm", Reported in E.S Buffa, *Modern Production/Operation Management*, 7th ed. New York ; John Wiley
- Monroe, G, (1970), "Scheduling Manpower for Service Operations", *Industrial Engineering*, aug.
- Nasution, Arman Hakim, (2005), *Manajemen Industri*. Surabaya : Andi.
- Nurfadillah, Anis, (2012), *Penerapan Metode Goal Programming untuk Meminimalkan Pelanggaran Peraturan dalam Penjadwalan Shift Kerja Perawat*, Skripsi Sarjana tidak dipublikasikan, Program Studi Teknik Industri, Universitas Brawijaya, Malang.
- Nurmianto, Eko, (2004), *Ergonomi Konsep dan Dasar Aplikasinya*. Surabaya:Guna Widya
- Rahman, Arif, (2007), *Penjadwalan Shift Tenaga Kerja pada Sistem NonStationary Poisson Process*, *Diagonal* 8. No 1,63-73.
- Subagyo, Triono, (2012), *Masyarakat diimbau Gunakan Pupuk Organik*, <http://www.antarabengkulu.com/berita/6311/masyarakat-diimbau-gunakan-pupuk-organik>, 25 September. (diakses 28 Oktober 2012)
- Tibrewala, R., D.Philippe and J.Browne, (1972), "Optimal Scheduling of Two Consecutive Idle Periods", *Management Science*, vol.19, Sept.
- Wignjosoebroto, Sritomo, (1996), *Tata Letak Pabrik dan Pemandahan Bahan*, Surabaya: Guna Widya.